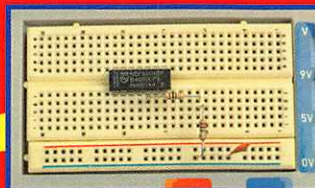
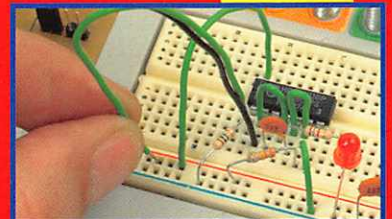
...e costruisci il tuo LABORATORIO DIGITALE

6,90 €

33

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41033

Peruzzo & C.

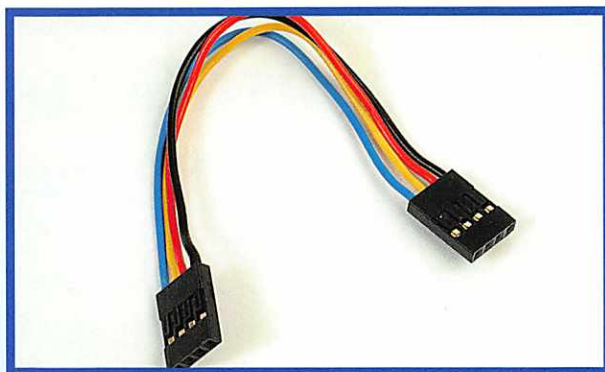
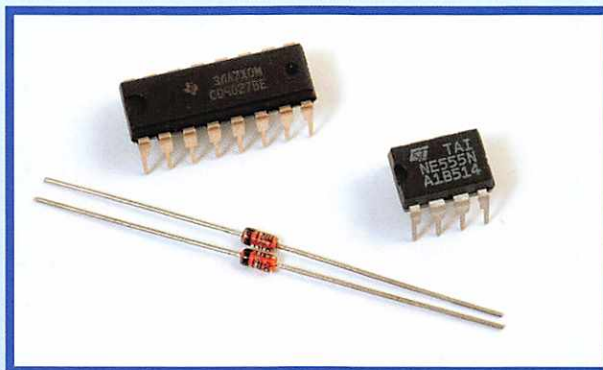
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 4 fili con due connettori femmina a 4 vie

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Circuito integrato 4027
2 Diodi 1N4148
1 Circuito integrato 555

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

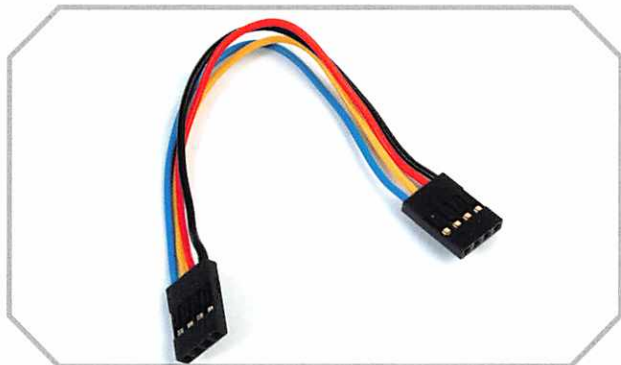
Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Collegamenti e misure

Cavetto fornito da 10 cm.

Esempio di utilizzo del cavetto da 10 cm.

Con questo fascicolo vi è stato fornito un cavetto a quattro fili con due connettori a quattro vie e collegato PIN to PIN. Aumentano quindi le possibilità di eseguire i collegamenti che si rendono necessari man mano che si costruisce il laboratorio.

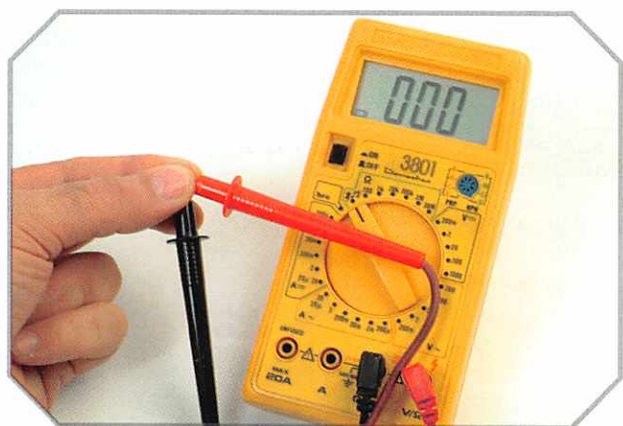
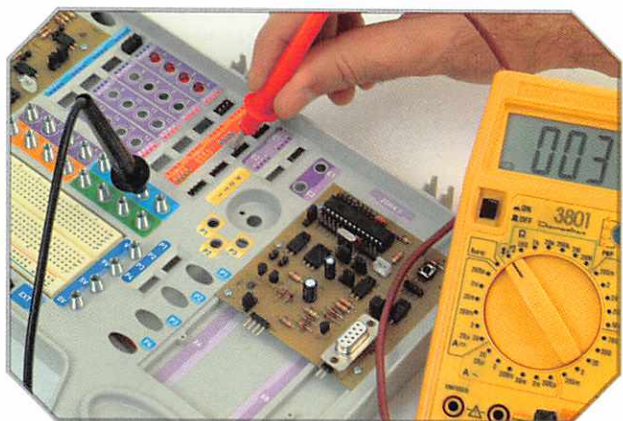
Utilizzo del cavetto

Questo cavetto si utilizza come i precedenti per eseguire collegamenti fra le schede, sfruttando i raggruppamenti di quattro in quattro di quasi tutti i connettori presenti. La sua lunghezza è minore, ma è già sufficiente per molte applicazioni. L'utilizzo principale di questo cavetto è il collegamento tra uno dei connettori degli anodi della matrice LED e uno dei connettori che fornisce il collegamento simultaneo alle quattro molle.

La continuità

Molti lettori sono interessati all'utilizzo del multimetro, strumento fondamentale di un laboratorio di elettronica. Una delle applica-

Con questi collegamenti e il cavetto precedente, si controllano i quattro LED.

Multimetro impostato per misurare la continuità.

Verifica del funzionamento del multimetro.

Verifica della continuità fra una molla e il terminale del connettore corrispondente.

zioni di questo strumento è la misurazione della continuità dei fili o della presenza di un collegamento fra due punti, che possono essere uniti da un filo in modo diretto o grazie a varie giunzioni. Anche gli strumenti più semplici e più datati misuravano già la continuità, si utilizzava la scala più bassa delle resistenze ed era necessario leggere sul quadrante dello strumento per verificare che la lettura fosse prossima a 0 Ω in presenza di continuità.

Quando si misura la continuità oltre a scegliere la scala corrispondente, è necessario e consigliabile unire fra loro i puntali dello strumento per verificarne il funzionamento. È una prova classica che va eseguita sempre.

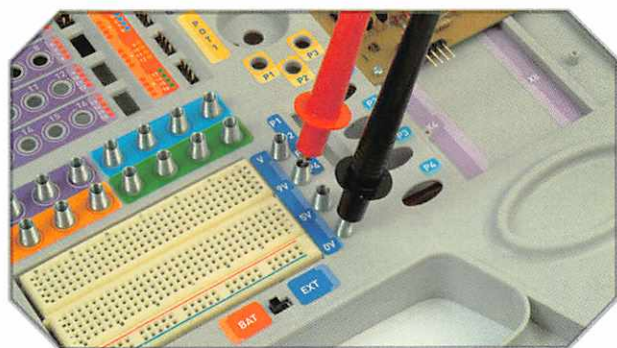
Gli strumenti più moderni hanno normalmente una posizione del selettore sulla scala delle misure per la continuità e oltre a realizzare la misura di solito comprendono un indicatore acustico che rende superfluo guardare il display dello strumento. Quando lo strumento emette un segnale acustico, significa che siamo in presenza di continuità fra i due punti collegati ai puntali di misura dello stesso. Questo è di grande aiuto e molto utile, specialmente quando si tratta di effettuare misurazioni in posizioni di difficile accesso o con molti terminali vicini. Il collegamento dei morsetti si esegue nel seguente modo: il nero al comune, il rosso al morsetto di misura della corrente, segnato come R, oppure con il simbolo Ω.

Precauzioni

Prima di collegare i puntali di misura è necessario verificare come sono collegati allo strumento, e verificare specialmente per che tipo di misura e su quale scala è il selettore del multimetro.

Misura della tensione

La misura della tensione si esegue configurando prima il selettore per le misure di tensione, normalmente indicate come V, e nel nostro caso per la tensione continua DC. Scegliamo il fondoscala da 20 V dato che questa tensione non è superata all'interno del laboratorio. Prima di continuare bisogna far attenzione a dove sono collegati i puntali dello strumento, deve apparire la V o l'indicazione che si tratta

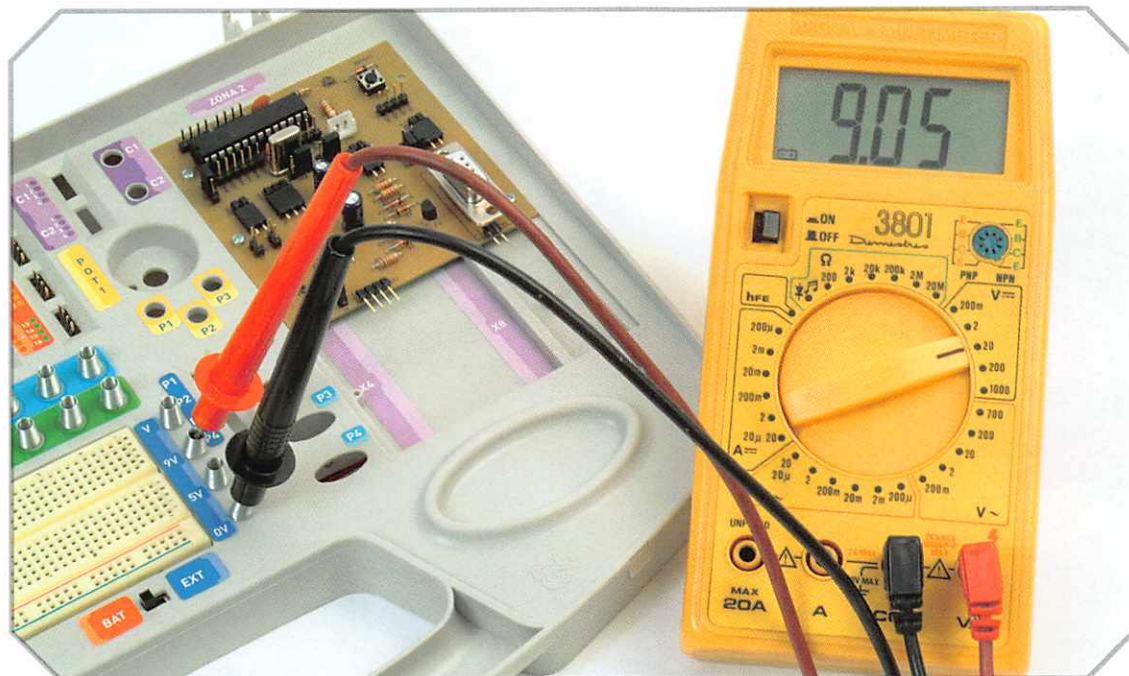
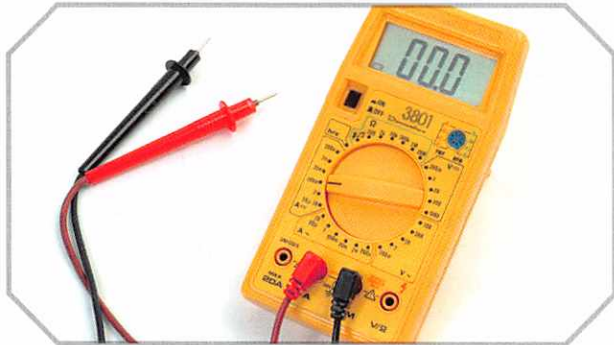
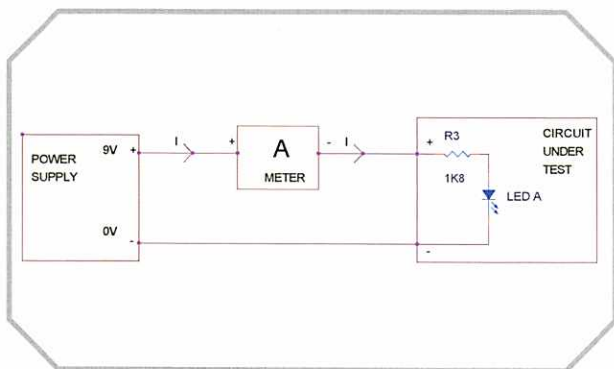
Multimetro impostato per la misura della tensione sulla scala di 20 V DC.

Misura della tensione di alimentazione.

di collegamenti per la misura di tensione. Normalmente questo è valido per il collegamento del filo rosso al multimetro, dato che quello nero di solito è identificato come comune, e quindi è comune a tutte le misure.

La misura si esegue collegando i puntali del multimetro sui due punti fra i quali si vuole rilevare la tensione.

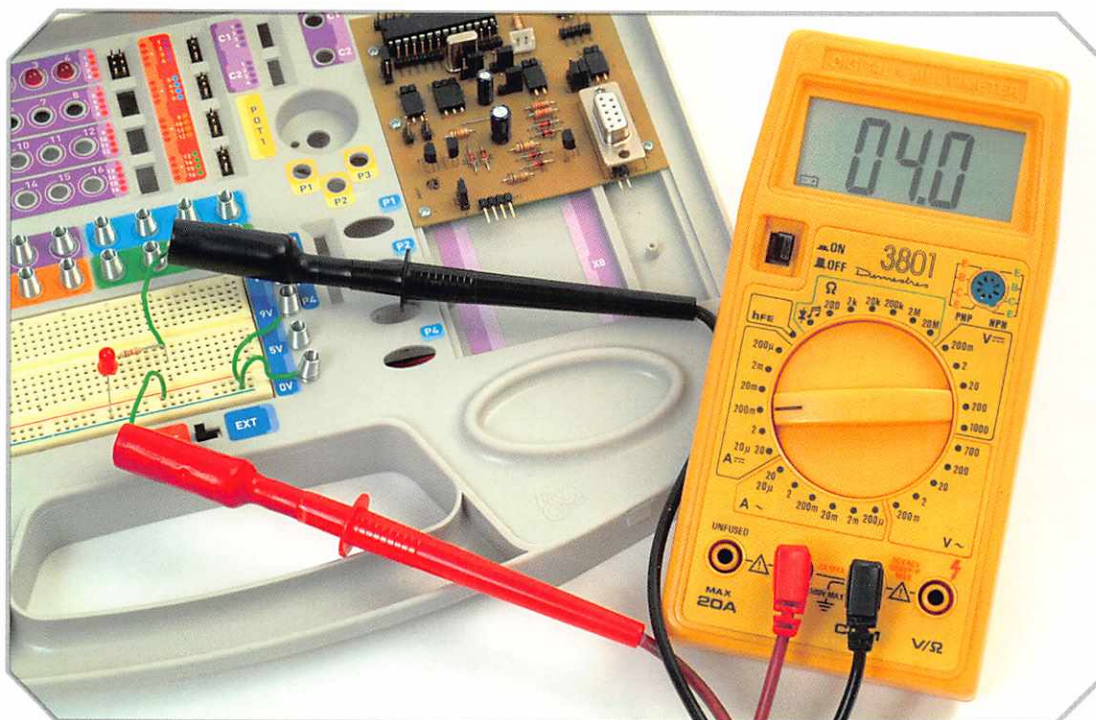
Per i dispositivi digitali possiamo lasciare le impostazioni come detto in precedenza; per misure al di sotto dei 2 V possiamo utilizzare una scala inferiore che di solito è da 2 V, per avere una maggior precisione nella misura stessa. Se al contrario appare un uno sulla sinistra e il resto del display è spento, dobbiamo salire con la scala della tensione, perché lo strumento ci sta indicando che sui puntali la tensione è superiore a 20 V.

L'amperometro è un cortocircuito

La misurazione della corrente va fatta con molta precauzione, il misuratore di corrente ideale genera un cortocircuito fra i due punti su cui esegue la misura. L'amperometro va collegato in serie, quindi per realizzare una misura di corrente, ad esempio un consumo, è necessario aprire il circuito di alimentazione

Risultato della misurazione.

Multimetro disposto per la misura di corrente.

Misura della corrente.

per inserire lo strumento di misura. Se per errore si collega in parallelo si genera un cortocircuito nei due punti fra cui si misura la corrente, e se si trattasse di un'alimentazione si potrebbero verificare dei danni sia al circuito sotto misura che allo strumento stesso, per la parte riguardante la misurazione di corrente.

Misura della corrente

Prima di collegare il multimetro per misurare la corrente è necessario utilizzare il selettore del medesimo per selezionare la misura della corrente, normalmente indicata con la I di intensità oppure con la A di ampère. È necessario iniziare sempre dalla scala più alta, perché se il consumo fosse superiore a quello previsto, molto probabilmente si danneggerebbe lo strumento, oppure nelle migliori delle ipotesi avverrebbe la fusione del fusibile dello strumento stesso, è necessario però verificare se tutte le scale di misura sono protette dal fusibile. Anche i collegamenti sulle boccole dello strumento sono diversi da quelli utilizzati per la misura di tensione. Il cavo nero si collega al comune mentre il rosso alla boccola di misura della corrente. Alcuni multimetri hanno un collegamento ausiliario per le scale più alte di corrente che nei dispositivi più comuni sono da 10 A o da 20 A.

Misura del consumo di un LED.

Funzionamento instabile

Con l'aiuto di questo circuito cercheremo di riprodurre i problemi di un circuito reale.

L'idea

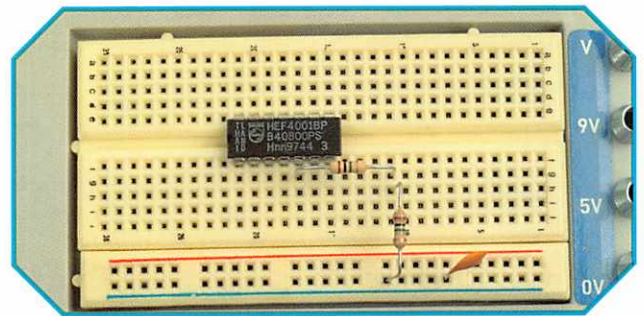
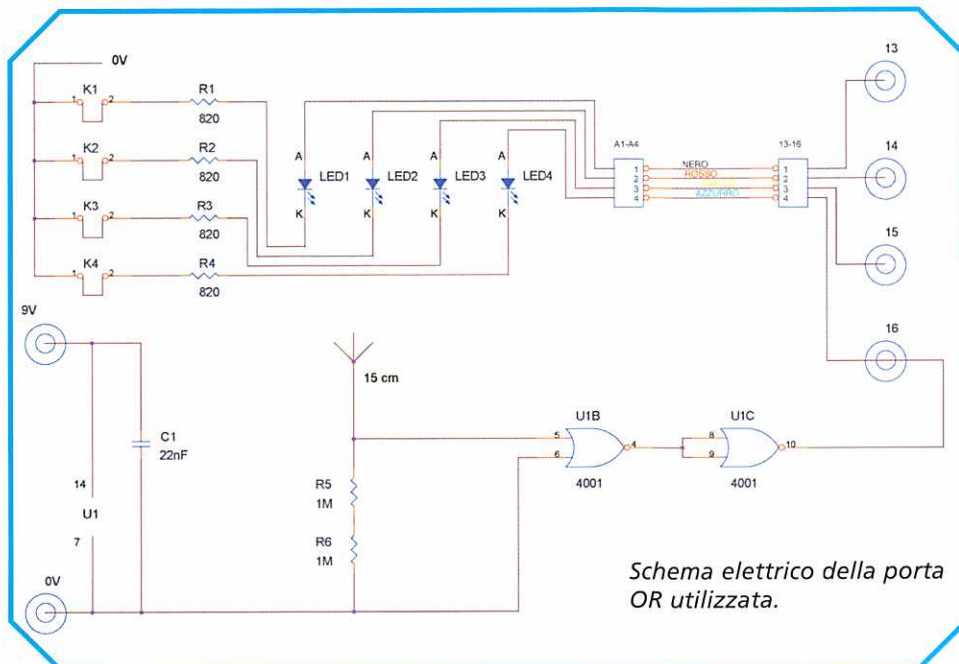
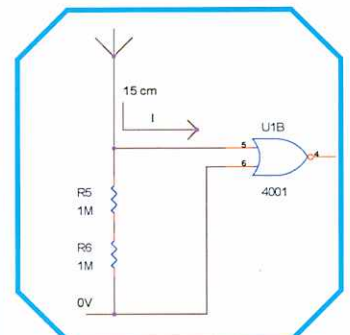
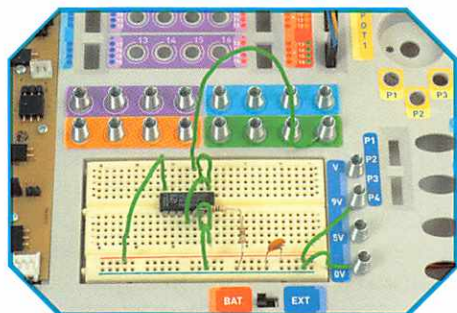
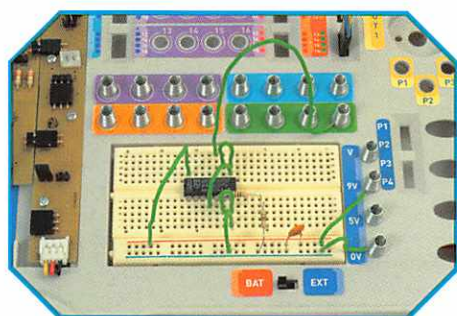
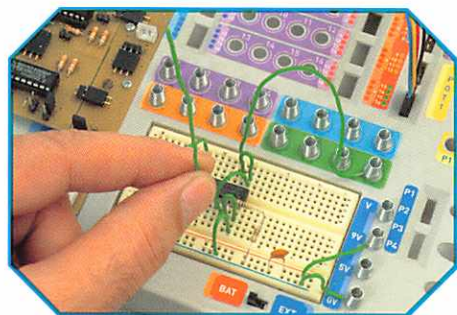
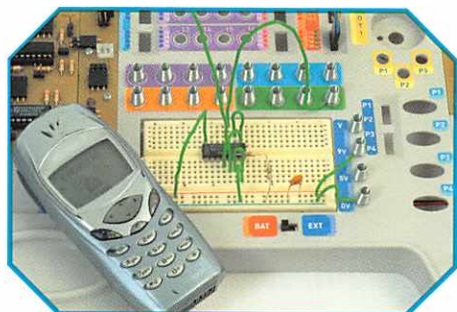
A prima vista sia il circuito che lo schema risultano realmente semplici, infatti si tratta di provare una porta NOR a due ingressi, la cui uscita è collegata a una porta invertente, cioè, con il collegamento delle due porte abbiamo una porta OR. Verificheremo ora che lo stesso circuito in diverse condizioni ha diversi comportamenti, rispondendo in modi differenti; questo significa che se facesse parte di un circuito più grande potrebbe causare il mal funzionamento del circuito stesso. Per evitare questi problemi è necessario progettare e costruire i circuiti tenendo presente che non sempre funzioneranno in ambienti favorevoli.

Il circuito

Il circuito, come abbiamo appena detto, è una porta OR formata da due porte NOR del circuito integrato 4001. La prima delle due porte si utilizza come porta NOR, mentre la seconda si utilizza come una porta invertente, infatti ha i suoi due ingressi uniti fra loro. Se ricordiamo la tabella della verità di una porta OR, possiamo vedere come, per fare in modo che l'uscita sia 1, sia sufficiente che solamente uno dei suoi due ingressi sia 1; mentre l'uscita sarà 0 solamente quando entrambi gli ingressi saranno a 0. Osservando lo schema possiamo verificare che uno degli ingressi della porta U1B, terminale 6 dell'integrato, è collegato al negativo dell'alimentazione, quindi è uno 0. L'altro ingresso terminale 5 dell'integrato è anch'esso a livello basso, tramite una resistenza di pull-down formata dalle due resistenze R5 e R6 da 1 M.

Componenti sulla scheda.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4001
R5, R6	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
C1	Condensatore 22 nF

Schema elettrico della porta OR utilizzata.

Un disturbo può cambiare un livello di ingresso.

Cablaggio dell'esperimento.

Con il circuito in stato di riposo il LED deve rimanere spento.

Il montaggio di un filo può far sbagliare il circuito, a volte anche se non lo si tocca con il dito.

In alcune circostanze, non in tutte, il cellulare può far sì che il LED riesca a illuminarsi.

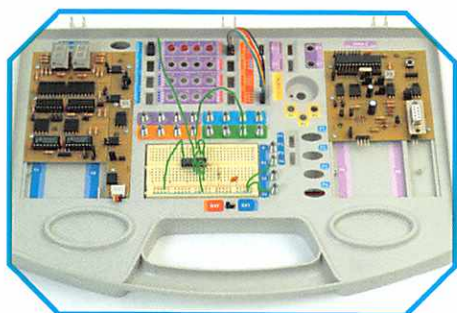



Immagine completa del laboratorio.

Montaggio

Il montaggio di questo esperimento si realizza nel modo abituale e come elemento addizionale colleghiamo un filo di circa 15 cm al terminale 5 del circuito integrato. Possiamo alimentare a 5 V o a 9 V.

L'esperimento

In base alla posizione del circuito il LED 4 rimane spento e per fare in modo che si illumini, è necessario applicare un uno all'ingresso della porta U1B, terminale 5 dell'integrato.

Se utilizziamo un filo di 15 cm che è collegato all'ingresso di questa porta e lo portiamo al positivo dell'alimentazione, il LED si illumina. Finora è tutto normale e il circuito funziona come avevamo previsto.

Realizziamo ora alcune prove che ci daranno risultati differenti, obiettivo di queste prove è dimostrarvi che anche un circuito così semplice può creare complicazioni.

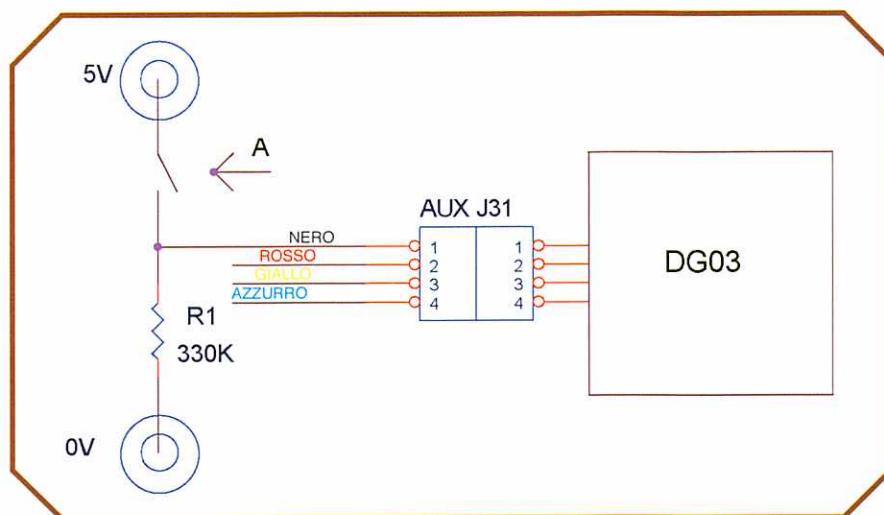
Uno dei problemi di questo circuito è il filo di 15 cm che, a causa della sua lunghezza, può captare radiazioni elettromagnetiche e disturbare il funzionamento del circuito. In alcuni casi sarà sufficiente avvicinarsi allo stesso, o toccare l'estremità del filo con il dito per fare illuminare il LED o avvicinare un telefono cellulare mentre riceve una chiamata. È interessante notare che nelle prove condotte nel nostro laboratorio, abbiamo verificato con sorpresa, che alcuni modelli di cellulare facevano accendere il LED mentre altri no. Il circuito diventa più sensibile ai disturbi se sostituiamo i fili di collegamento, compresi quelli di alimentazione, con altri un po' più lunghi. Tutto avviene nonostante la presenza di una resistenza di pull-down che fornisce una certa "immunità" al circuito, togliendo questa resistenza infatti, il funzionamento diventa ancora più problematico. Abbiamo eseguito delle prove anche con un filo da 1 metro di lunghezza, e il circuito in questo caso ha fatto illuminare il LED; è sbagliato pensare che una lunghezza di questo tipo sia inusuale in un circuito reale, infatti se dovessimo utilizzare un sensore collegato al circuito e volessimo mantenerlo lontano, sarebbe necessario l'utilizzo di fili piuttosto lunghi, che potrebbero creare problemi ai circuiti captando segnali parassiti.

Contatore passo a passo

È necessario proteggere i contatori aggiungendo un circuito al loro ingresso di clock per evitare rimbalzi dovuti ai contatti e ottenere così che il contatore avanzi o retroceda di un passo alla volta.

Il circuito

Con questo circuito si garantisce che a ogni impulso o a ogni collegamento del filo di ingresso rappresentato come A sul circuito, il contatore avanza di una unità. Nel caso non vengano utilizzati circuiti di questo tipo, i cosiddetti rimbalzi dei contatti fanno sì che all'ingresso del contatore arrivino diversi impulsi molto veloci invece di uno solo e dato che il contatore è molto veloce il conteggio avanza di tante unità quanti sono gli impulsi rilevati. Un pulsante collegato al positivo presenterebbe questo problema, che si potrebbe migliorare utilizzando una resistenza di pull-down, però la soluzione più efficace si ha con l'utilizzo di un circuito monostabile che garantisce l'invio di un solo impulso.

Collegamento semplice che può produrre rimbalzi.

Collegamento migliorato.

Il monostabile

Abbiamo già visto il circuito del monostabile, per questa applicazione però è sufficiente che la durata dell'impulso sia molto breve, per questo motivo il condensatore C3 sarà solamente di 22 nF. Il LED A è utilizzato come indicatore di funzionamento del circuito monostabile, e rimane illuminato per tutta la durata dell'impulso; il collegamento E permette la cancellazione, è sufficiente collegarlo per un breve istante e il contatore si imposta a zero, chiudendo C il contatore conta in senso inverso. Questo collegamento si può anche eseguire utilizzando un ponticello e collegandolo fra i due terminali del connettore JP1 della scheda DG03.

Montaggio

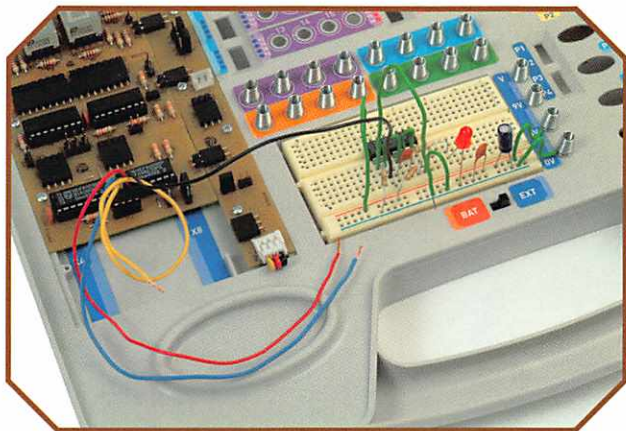
Come ormai d'abitudine prima di realizzare il montaggio bisogna scollegare l'alimentazione, per il momento quindi, il selettore dell'alimentazione deve essere su EXT. Il contatore deve essere completo, ricor-

Schema dell'esperimento.

Componenti sulla scheda Bread Board.

diamo che è formato dalle schede DG01, DG02 e DG03. Deve essere montato solamente il ponticello JP2 della scheda DG03, non ci deve essere alcun ponticello installato sulla scheda DG02.

I componenti del monostabile, i due condensatori di filtro dell'alimentazione e il LED A con la sua resistenza di polarizzazione verranno montati sulla scheda Bread Board. Bisogna fare attenzione alla polarità del LED A.

Il collegamento alla scheda DG03 si realizza utilizzando un cavetto a quattro fili terminato su un connettore a quattro vie; il connettore di questo cavetto si collega diretta-

Cablaggio interno della scheda.

Ogni volta che si collega A il conteggio avanza di una unità.

mente su J31 della scheda DG03 collegando il filo nero al terminale 1, come si può osservare dalle fotografie. Non bisogna dimenticare di collegare il terminale 7 del circuito integrato al negativo dell'alimentazione e il 14 al positivo.

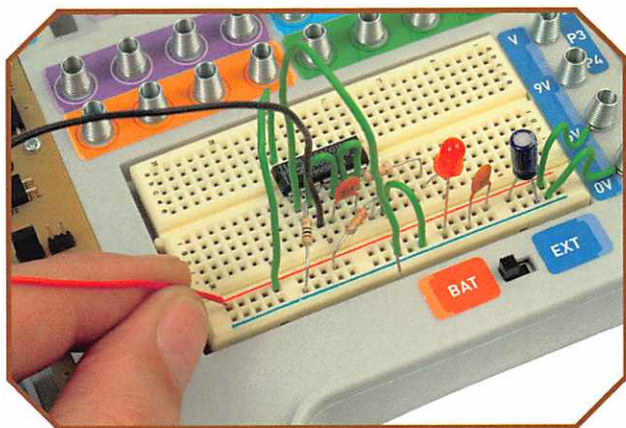
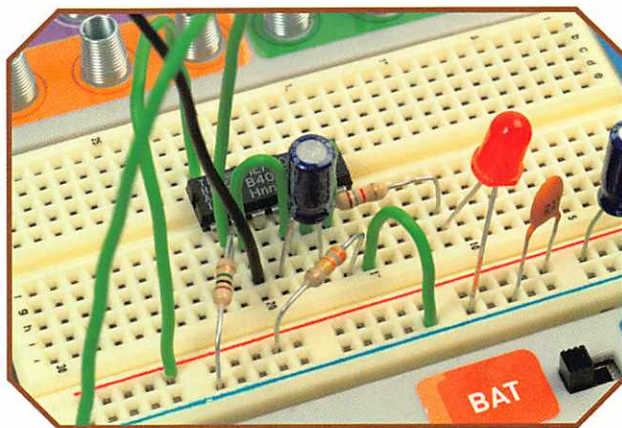
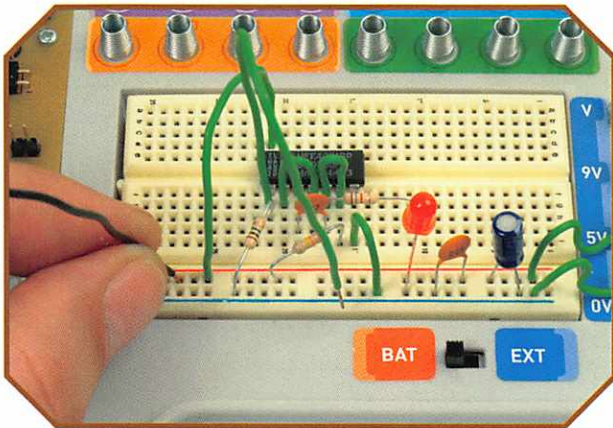
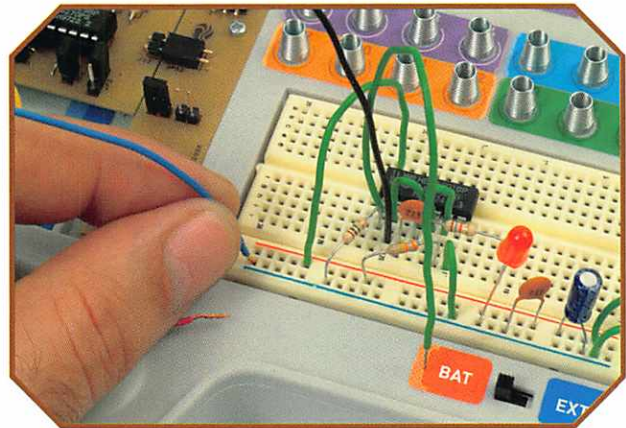
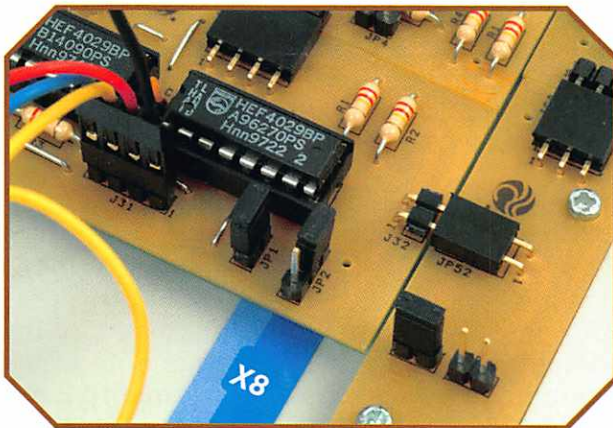
Alimentazione

Il circuito nel suo insieme può funzionare con qualsiasi tensione compresa tra 4,5 e 12 volt, quindi può funzionare a 5 V o a 9 V, però tutti i circuiti devono essere alla stessa tensione. Ricordiamo che la tensione di alimentazione del contatore si seleziona con i ponticelli delle schede DG04 e DG05.

Per i 5 volt i due ponticelli della scheda DG04 devono essere sulla posizione 1-2, mentre sulla DG05 il ponticello deve essere collocato su JP1. Per alimentare a 9 volt i ponticelli della scheda DG04 devono essere sulla posizione 3-4, mentre sulla DG05 il ponticello deve essere su JP2. La stessa tensione scelta deve essere utilizzata per il monostabile.

Prova

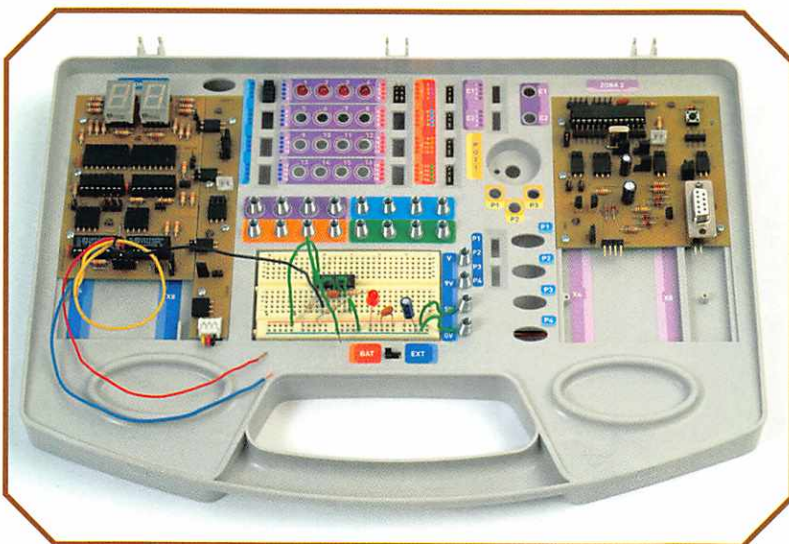
La prova inizia collegando l'alimentazione, cioè spostando il commutatore sulla posizione BAT, dato che per ora non disponiamo di un alimentatore esterno. Successivamente collegheremo per un attimo il collegamento E e il display del contatore deve visualizzare la lettura 00.

Eseguiamo il collegamento A (quando avremo a disposizione i pulsanti potremo ripetere l'esperimento collegando un pulsante al suo posto) e ogni volta che produrremo un impul-

Il collegamento E si utilizza per l'impostazione a zero.

Con C3 da 10 µF si aumenta la durata dell'impulso di uscita del monostabile.

Se colleghiamo direttamente l'ingresso al positivo possiamo generare dei rimbalzi.

Con il collegamento C chiuso il conteggio è inverso.

Collegando questo ponticello il contatore conta in senso inverso.

so il conteggio avanzerà di un numero, fino al 99, successivamente passerà a 00.

Se si esegue il collegamento C, il contatore conta in senso inverso e in qualsiasi momento, se si collega E il conteggio torna a zero.

Variante

È possibile utilizzare un contatore con un tempo di conteggio ancora maggiore, in questo caso il contatore sentirà il nuovo impulso solamente quando terminerà l'impulso precedente; potremo quindi verificare il modo di funzionamento del circuito monostabile applicato all'ingresso del contatore.

Vista del laboratorio con l'esperimento completo.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4001
R1	Resistenza 1 M (marrone, nero, verde)
R2	Resistenza 330 K (arancio, arancio, giallo)
R3	Resistenza 1K8 (marrone, grigio, rosso)
C1	Condensatore 10 µF elettrolitico
C2, C3	Condensatore 22 nF
LED A	Diodo LED rosso 5 mm

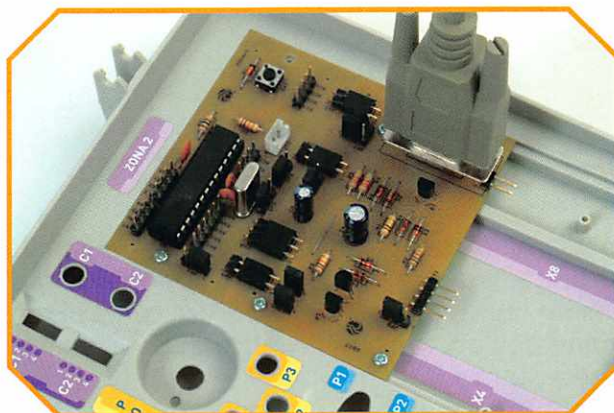
IC-PROG: cancellazione e programmazione

Abbiamo imparato una delle principali funzioni di IC-PROG, dobbiamo anche studiare come cancellare e programmare il dispositivo.
Con questo completiamo l'analisi del programma e siamo pronti per eseguire qualsiasi operazione sul microcontroller.

Configurazione hardware per la cancellazione e la scrittura

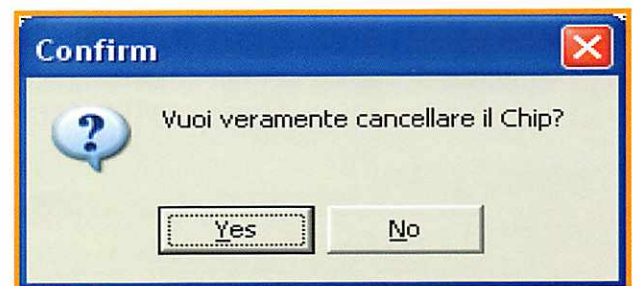
Come abbiamo spiegato in precedenza il processo di scrittura e cancellazione del PIC 16F870, si esegue mediante segnali elettrici. Il laboratorio è stato progettato per fare in modo che non sia necessario togliere il chip dal suo alloggiamento per eseguire qualsiasi azione, e questo vale sia per le procedure sopracitate che per quelle di funzionamento.

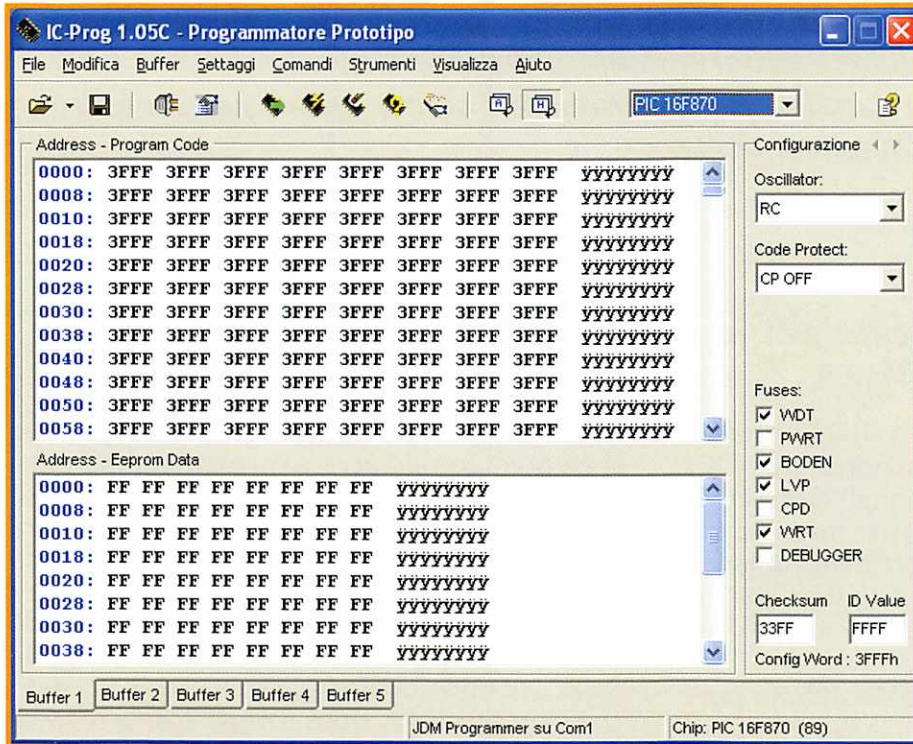
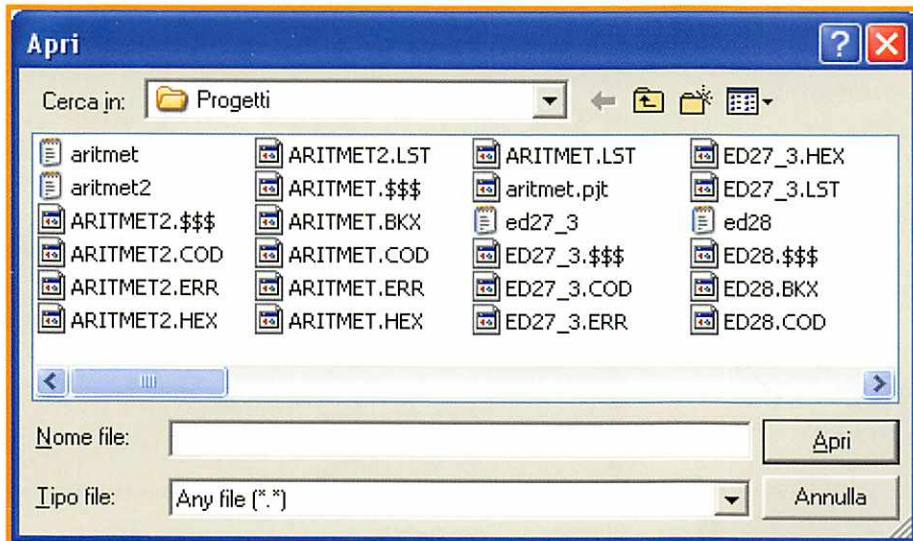
La configurazione hardware e software per eseguire la cancellazione del PIC è la stessa che abbiamo applicato per la lettura, quindi non dobbiamo cambiare nulla. I jumpers JP1, JP2 e JP3 si alimentano in modo che l'alimentazione al PIC arrivi tramite il cavo di collegamento al PC. I ponticelli quindi saranno impostati sui pin 1 e 2 dei connettori.

I ponticelli su JP8 e JP9 devono essere inseriti, e in ultimo dobbiamo collegare il cavo al laboratorio e al PC. Nell'immagine della figura possiamo vedere l'aspetto del nostro laboratorio dopo l'avvenuta preparazione per lavorare con IC-PROG.

Il laboratorio deve essere configurato per la scrittura e collegato con il cavo al PC.

Cancellazione del dispositivo

La cancellazione del contenuto del dispositivo si esegue facendo accesso al menù Comando e selezionando Cancella tutto o mediante il pulsante predisposto a questo scopo sulla barra degli strumenti. Prima di cancellare il dispositivo è consigliabile salvare il programma o i dati che contiene nel caso siano presenti, nella directory creata per contenere i nostri progetti. Selezionando l'opzione di cancellazione, dato che è un processo critico e pericoloso il software ci fa una domanda per confermare se realmente si desidera eseguire l'operazione. Per cancellare il PIC dobbiamo rispondere "Yes" e al termine di questo processo ci informerà della fine dell'operazione mediante una finestra come quella mostrata nella figura in basso.

Per verificare che il processo sia stato eseguito con successo, oltre alle opzioni di verifica che

Richiesta di conferma per procedere alla cancellazione del chip.

Messaggio che ci informa che il processo di cancellazione è stato eseguito con successo.

Videata di IC-PROG dopo la lettura di un dispositivo che non contiene niente, cioè che è stato cancellato.

Carichiamo un programma per la scrittura successiva.

Finestra che appare quando cerchiamo di caricare un file che non corrisponde.

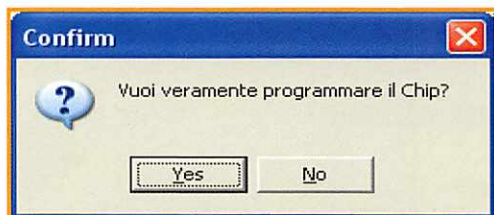
presenta il programma stesso, è consigliabile procedere a una lettura del dispositivo. Se facciamo questo, possiamo verificare come al termine dell'operazione il codice di programma, presenterà solo dei valori 3FFF in tutte le sue posizioni di memoria, quindi potremo verificare che il dispositivo è stato cancellato correttamente.

Risultato della compilazione con MPLAB.

Se passiamo nuovamente in assembler possiamo vedere come si presenta in questo linguaggio il contenuto del PIC, che in questo caso si trova vuoto.

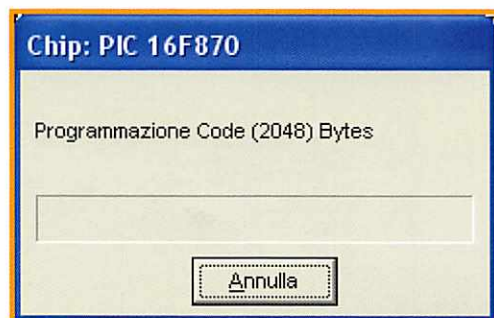
Scrittura del dispositivo

Per scrivere un programma sul PIC per prima cosa dobbiamo selezionare quale programma vogliamo scrivere. A questo scopo puntiamo sul menù File e selezioniamo apri File, oppure clicchiamo il pulsante a forma di cartella della barra degli strumenti. Ci apparirà per default l'indirizzo in cui stiamo lavorando, e l'estensione dei file fra cui possiamo scegliere, in funzione del dispositivo che vogliamo scegliere. Nel caso che stiamo trattando, il dispositivo è il PIC 16F870 su cui possiamo scrivere solamente un file in codice macchina, in altre parole con estensione ".hex". Se cercassimo di caricare un file con un'estensione differente, ad esempio ".asm" o ".cod" apparirà una finestra come quella della pagina accanto, in cui il software ci chiede se deve cambiare i byte per convertire il file. Il software convertirà il file nel suo formato, però questo non sarà valido per la scrittura. Per far pratica con un esempio lavoriamo con il primo degli esercizi inclusi nel CD allegato a

Configurazione per la scrittura.

Richiesta di conferma per scrivere.

Chip: PIC 16F870

Programmazione Code (2048) Bytes

Annulla

Stato del processo di scrittura.

Errore di programmazione.

questa opera. Inseriamo il Cd nel lettore e puntiamo alla directory "Esercizi e applicazioni". In questa cartella troveremo 6 esercizi in assembler, dei quali sceglieremo il primo "ese1.asm". Dato che i file non sono compilati sarà necessario aprire MPLAB e assemblare il codice per ottenere il file risultante in codice macchina. Ricordate che sarà necessario creare un progetto e che per poter inserire un file in esso lo dovremo copiare nella stessa directory dove è stato creato il progetto. Fatto questo possiamo assemblare e generare il file ".hex".

Per scrivere il file generato lo dobbiamo aprire così come vi abbiamo spiegato in precedenza e, dopo averlo aperto, verificare che sia stato caricato correttamente. A questo scopo potremo vedere gli indirizzi di memoria che hanno cambiato i loro valori, o passare alla presentazione in esadecimale e verificare così che il programma caricato sia quello desiderato.

Prima di scrivere il programma sul PIC dobbiamo configurare la scrittura. Nella parte destra del programma si trovano i parametri che dobbiamo configurare al momento di scrivere, come possiamo vedere nella figura della pagina precedente.

La prima cosa che dobbiamo configurare è l'oscillatore. Esistono quattro possibilità: LP, XT, HS e RC. Avendo a disposizione sul laboratorio un cristallo di quarzo per ottenere la frequenza dobbiamo configurare l'oscillatore come XT. Il parametro successivo da configurare è la protezione del codice, questo è molto importante, infatti selezionando la protezione del codice non potremo riscrivere nuovamente il nostro PIC, verrà protetta la zona determinata per fare in modo che non possa essere sovrascritta. Quindi noi selezioneremo CP OFF, cioè il codice di programma non è protetto.

Infine, dobbiamo configurare la Parola di Configurazione. Se andassimo a rivedere la teoria del PIC, quando abbiamo studiato la Parola di Configurazione, potremmo identificare ognuno dei bit da configurare con IC-PROG. In questo caso lasceremo selezionato WDT e PWRT.

Configurata correttamente la scrittura caricheremo il programma sul microcontroller e a questo scopo selezioneremo programma tutto all'interno del menù Comando, cliccheremo F5 o selezioneremo l'apposito pulsante della barra degli strumenti.

È sempre consigliabile cancellare il dispositivo prima di programmarlo, per evitare che rimanga qualche posizione di memoria con dei valori residui. Nel nostro caso la cancellazione è già stata eseguita in precedenza, quindi possiamo scrivere direttamente.

Quando selezioniamo scrivi il software, si presenta una richiesta di conferma, alla quale risponderemo "yes" inizierà quindi il processo di scrittura. Durante la scrittura, una barra di stato ci indicherà come si sta sviluppando il processo, se si verifica un errore nella programmazione apparirà un messaggio come quello in figura. Quando la scrittura sarà terminata, potremo verificare se è stato programmato correttamente, facendo una lettura del contenuto del dispositivo.

Non dimentichiamo che quando lavoreremo con le SmartCard i passaggi saranno identici, tranne per il dispositivo e alcuni parametri che sono differenti; ma i processi di lettura, cancellazione e scrittura sono molto simili.